

# GPU を用いた LLG マイクロマグネティックシミュレーションの高速化

加藤健太郎, 小山和也, 金井靖, 吉田和悦\*  
(新潟工科大, \*工学院大)

Speed-up of LLG micromagnetic simulation by using the GPU

K. Kato, K. Koyama, Y. Kanai, K. Yoshida\*  
(Niigata Institute of Technology, \*Kogakuin Univ.)

## はじめに

ハードディスクの高密度化に伴い、再生ヘッドの高感度化が求められているが、素子の小型化に伴い発生する雑音の影響を無視できなくなっている<sup>1)</sup>。LLG マイクロマグネティックシミュレーションを用いた再生ヘッドの雑音解析は有用なツールであるが、計算時間の短縮が重要な課題となる。ここでは、並列化による処理時間の短縮という観点から最近注目されている Graphics Processing Unit (GPU)を用いて再生ヘッドの雑音解析プログラムを並列化し、高速化を試みたので報告する。

## 計算モデルと計算環境

計算モデルは垂直通電型再生ヘッドのセンサ部分(センサ幅: 100nm, ハイト: 100nm, フリー層, リファレンス層, ピン層)を一边が 5nm の高さ可変の直方体に分割し、シールドは透磁気率無限大の鏡像として取り扱った。

計算環境は Intel Core 2 Duo (E8500, RAM 8GB), NVIDIA GeForce GTX 285, OS は Cent OS 5.3(Linux)である。FFT 計算には CUDA SDK2.3 の GPU FFT ライブラリーを使用する。GPU プログラミングは、NVIDIA 社の GPU と GPU 用プログラミング言語 CUDA を用いるが、CUDA は C 言語を基礎とした言語であり、プログラム記述が比較的容易である。今回用いた GPU プログラムは静磁界計算のみを GPU で行なった。

## 高速化と誤差

Fig.1, Fig.2 に熱雑音とスピントルク雑音を含んだ計算結果の voltage spectra を示すが、計測結果<sup>2)</sup>の傾向をよく表現し得ていることから、計算結果は信頼できると思われる。なお、DC バイアス電流はフリー層からピン層に流れる方向を正とし、外部磁界はリファレンス層の磁化と反対の向きを正としている。次に、GPU プログラムにより CPU プログラムの約 1.70 倍の計算速度を得た。GPU で行う並列処理は倍精度浮動小数点数ではなく、単精度浮動小数点数を用いている。そのため、計算結果に生ずる差

異(誤差)が懸念されるが、GPU プログラムおよび CPU プログラムにより得た計算結果の相対誤差は  $10^{-6}$  以下であり無視できる。今後、全ての計算を GPU で行なうよう書き換え、さらなる高速化<sup>3)</sup>を図る予定である。

## 参考文献

- 1) T. Yoshino, Y. Kanai, K. Yoshida: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **34**, 178(2010).
- 2) T. Abe, Y. Endo, and M. Yamaguchi: *Journal of Applied Physics*, **107**, 09C718 (2010).
- 3) T. Sato and Y. Nakatani: *11<sup>TH</sup> Joint MMM-Intermag Conf.*, CF-02 (2010).

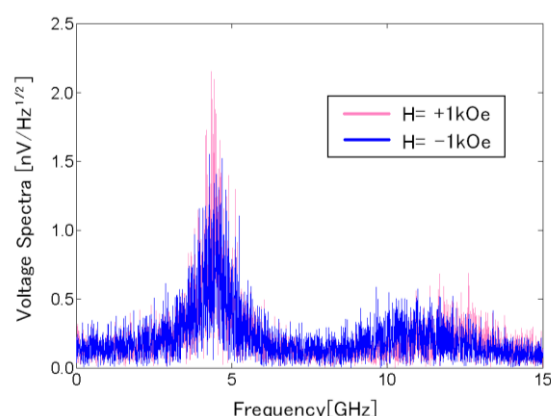


Fig. 1 Calculated read head noise spectrum for +/- applied external fields H. DC bias current = +1.2mA.

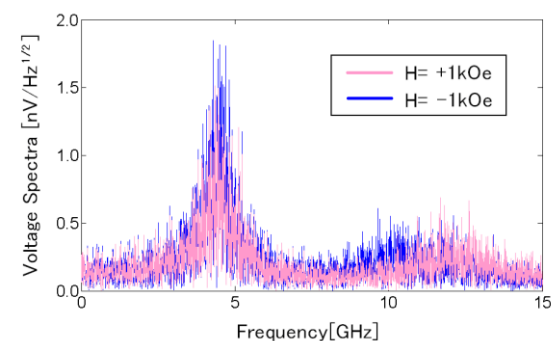


Fig. 2 Calculated read head noise spectrum for +/- applied external fields H. DC bias current = -1.2mA.